I Erläuterungen

Voraussetzungen gemäß KCGO und Abiturerlass in der für den Abiturjahrgang geltenden Fassung

Standardbezug
Die nachfolgend ausgewiesenen Kompetenzen sind für die Bearbeitung der jeweiligen Aufgabe besonders bedeutsam. Darüber hinaus können weitere, hier nicht ausgewiesene Kompetenzen für die Bearbeitung der Aufgabe nachrangig bedeutsam sein, zumal die Kompetenzen in engem Bezug zueinander stehen. Die Operationalisierung des Standardbezugs erfolgt in Abschnitt II.

Aufgabe	Kompetenzen									
	F1	F2	E1	E2	E3	K1	K2	K3	B1	B2
1.1	X									
1.2		X		X						
1.3		X	X					X		
1.4		X				X		X		
1.5				X				X		
2.1	X									
2.2		X						X		
2.3		X								
2.4			X							

Inhaltlicher Bezug
Q2: Schwingungen und Wellen
verbindliche Themenfelder: Wellen (Q2.2)

II Lösungshinweise und Bewertungsraster

In den nachfolgenden Lösungshinweisen sind alle wesentlichen Gesichtspunkte, die bei der Bearbeitung der einzelnen Aufgaben zu berücksichtigen sind, konkret genannt und diejenigen Lösungswege aufgezeigt, welche die Prüflinge erfahrungsgemäß einschlagen werden. Lösungswege, die von den vorgegebenen abweichen, aber als gleichwertig betrachtet werden können, sind ebenso zu akzeptieren. Bei den Ergebnissen numerischer Rechnungen ist zu berücksichtigen, dass in der Physik Messwerte und sich daraus ergebende Rechenergebnisse immer nur im Rahmen der Messgenauigkeit korrekt sind und gerundete Werte darstellen. Geringe Abweichungen von den in den Lösungshinweisen angegebenen Werten sind daher zu akzeptieren.
Bei den unten angegebenen Lösungen werden für Naturkonstanten die im Taschenrechner vorhandenen Werte verwendet. Zwischen- und Endergebnisse sind sinnvoll gerundet angegeben.
Für weitere Rechnungen mit diesen Zwischenergebnissen werden nicht die gerundeten, sondern die im Taschenrechner gespeicherten Werte verwendet, damit Rundungsungenauigkeiten nicht kumulieren.

Aufg.	erwartete Leistungen	BE
1.1	Erläutern: Jeder Spalt kann nach dem Huygens'schen Prinzip als Erzeuger von Elementarwellen aufgefasst werden, die sich überlagern. In Richtungen, in denen benachbarte Wellenstrahlen jeweils Gangunterschiede von ganzzahligen Vielfachen der Wellenlänge haben, ergibt sich konstruktive Interferenz. Weicht der Gangunterschied bei anderen Wellenstrahlen davon ab, gibt es zu den meisten Wellenstrahlen immer einen anderen Wellenstrahl mit einem Gangunterschied von einem ungeraden Vielfachen einer halben Wellenlänge. Diese Wellenstrahlen überlagern sich destruktiv, so dass sie sich auslöschen.	4
1.2	Erläutern: In Material 2 ist der Winkel α zwischen dem Hauptstrahl und dem Strahl zum Maximum erster Ordnung eingezeichnet. Dieser Winkel wird auch zwischen der gestrichelten Linie und der CD-Ebene eingeschlossen. Damit sich ein Maximum erster Ordnung ausbildet, muss der Gangunterschied Δs zwischen den einzelnen Wellenstrahlen gerade eine Wellenlänge betragen, es gilt also $\Delta s = \lambda$. Geometrisch gilt der Zusammenhang: $\sin(\alpha) = \frac{\Delta s}{g} \Leftrightarrow \sin(\alpha) = \frac{\lambda}{g}$	3
	Der Winkel α findet sich in Material 1 zwischen dem einfallenden Lichtstrahl und den Wellenstrahlen, die zum Maximum erster Ordnung führen, die als parallel angenommen werden können. Die Geometrie der Anordnung ergibt die zweite Formel.	2
1.3.1	Berechnen: CD: $\tan(\alpha) = \frac{a}{e} = \frac{17{,}6\text{ cm}}{50\text{ cm}} \Rightarrow \alpha = \arctan\left(\frac{17{,}6\text{ cm}}{50\text{ cm}}\right) = 19{,}39°$ Damit folgt: $g = \frac{\lambda}{\sin(\alpha)} = \frac{532 \cdot 10^{-9}\text{ m}}{\sin(19{,}39°)} = 1{,}60 \cdot 10^{-6}\text{ m}$ DVD: $\tan(\alpha) = \frac{a}{e} = \frac{58{,}5\text{ cm}}{50\text{ cm}} \Rightarrow \alpha = \arctan\left(\frac{58{,}5}{50}\right) = 49{,}48°$ Damit folgt: $g = \frac{\lambda}{\sin(\alpha)} = \frac{532 \cdot 10^{-9}\text{ m}}{\sin(49{,}48°)} = 0{,}70 \cdot 10^{-6}\text{ m}$ *Eine Lösung ohne explizite Berechnung der Winkel ist ebenfalls zu akzeptieren.*	5
1.3.2	Untersuchen: Wenn keine Maxima höherer Ordnung beobachtbar sind, muss $\sin(\alpha) = \frac{\lambda}{g} \geq 1$ gelten. Damit muss $g \leq \lambda$ sein, also gilt für den maximalen Rillenabstand g = 0,532 µm.	4
1.4.1	Berechnen: Die Differenz zwischen äußerem und innerem Radius beträgt 3,6 cm. Für die Anzahl N der Ringe gilt dann: CD: $N = \frac{0{,}036\text{ m}}{1{,}6 \cdot 10^{-6}\text{ m}} = 2{,}25 \cdot 10^4$ DVD: $N = \frac{0{,}036\text{ m}}{0{,}7 \cdot 10^{-6}\text{ m}} = 5{,}14 \cdot 10^4$	3

Aufg.	erwartete Leistungen	BE
1.4.2	<u>Begründen:</u> Zur Berechnung der Gesamtlänge L müssen die Umfänge aller Kreise auf der CD addiert werden. Da der Umfang eines Kreises proportional zum Radius ist, finden sich symmetrisch zur Mitte des Kreisrings immer ein weiter außen liegender und ein weiter innen liegender Kreis, deren Umfänge addiert genau zweimal den mittleren Umfang aller Kreise ergeben. Deshalb kann zur Ermittlung der Gesamtlänge L der mittlere Umfang aller Kreise $2\pi\cdot\frac{r_i+r_a}{2}$ mit der Anzahl N der Kreise multipliziert werden.	3
	<u>Berechnen:</u> Die Anzahl der Pits bzw. Lands, ergibt sich aus der Gesamtlänge der Rillen dividiert durch die die zweifache Länge eines Pits (Gesamtlänge eines Pits und Lands): CD: $N\cdot 2\pi\cdot\frac{r_i+r_a}{2\cdot 2\cdot 1{,}2\cdot 10^{-6}\ \text{m}} = 22\,500\cdot 2\pi\cdot\frac{0{,}08\ \text{m}}{4{,}8\cdot 10^{-6}\ \text{m}} = 2{,}36\cdot 10^{9}$ DVD: $N\cdot 2\pi\cdot\frac{r_i+r_a}{2\cdot 2\cdot 0{,}4\cdot 10^{-6}\ \text{m}} = 51\,429\cdot 2\pi\cdot\frac{0{,}08\ \text{m}}{1{,}6\cdot 10^{-6}\ \text{m}} = 1{,}62\cdot 10^{10}$	3
	<u>Vergleichen:</u> $\frac{1{,}62\cdot 10^{10}}{2{,}36\cdot 10^{9}} = 6{,}86$ Die Speicherkapazität einer DVD beträgt das Siebenfache der Speicherkapazität einer CD.	1
1.5	<u>Untersuchen:</u> Der Gangunterscheid zwischen den Strahlen, die an den Erhebungen reflektiert werden, und denen, die in den Senken reflektiert werden, beträgt $\Delta s = 2\cdot 125\ \text{nm} = 250\ \text{nm}$. Damit es zur destruktiven Interferenz kommt, muss der Gangunterschied ein ungerades Vielfaches der halben Wellenlänge sein. Das Minimum erster Ordnung liegt bei $\Delta s = \frac{\lambda}{2}$. Daraus ergibt sich die Wellenlänge $\lambda = 2\cdot\Delta s = 500$ nm. Das Minimum zweiter Ordnung liegt bei $\Delta s = \frac{3\cdot\lambda}{2}$, also bei $\lambda = \frac{2}{3}\cdot\Delta s = 166{,}7$ nm. Diese Wellenlänge liegt bereits nicht mehr im sichtbaren Bereich.	4
	<u>Angeben:</u> Es handelt sich um grünes Licht.	1
2.1	<u>Vergleichen:</u> Das Beugungsbild des Einzelspalts besteht aus breiten Maxima, deren Helligkeit nach außen hin rasch abnehmen. Die Minima sind auf einen engen Raum begrenzt. Im Gegensatz hierzu sind die Hauptmaxima eines Beugungsgitters schmal und nehmen in der Helligkeit nach außen hin nicht so stark ab. Ihre Abstände sind deutlich größer.	4

Nicht für den Prüfling bestimmt

Aufg.	erwartete Leistungen	BE
2.2	Erklären: Beträgt der Gangunterschied zwischen dem obersten und dem untersten Teilstrahl gerade eine Wellenlänge, so lässt sich das gesamte Lichtbündel in zwei Teile aufteilen. Zu jedem der unendlich vielen Wellenstrahlen des oberen Teilbündels lässt sich immer ein Wellenstrahl aus dem unteren Teilbündel finden, der mit dem oberen destruktiv interferiert. Der Gangunterschied zwischen den beiden Teilbündeln beträgt $\Delta s = \frac{\lambda}{2}$. Dadurch entsteht das Minimum erster Ordnung.	5
2.3	Berechnen: $\sin(\alpha) = \frac{\lambda}{d} = \frac{532 \cdot 10^{-9}\ \text{m}}{0{,}8 \cdot 10^{-6}\ \text{m}} \Rightarrow \alpha = 41{,}68°$ $a = \tan(\alpha) \cdot e = \tan(41{,}68°) \cdot 0{,}5\,\text{m} = 44{,}5\,\text{cm}$ Der Abstand der beiden Minima erster Ordnung auf dem Schirm beträgt 89 cm.	3
2.4	Untersuchen: Für die kreisförmige Öffnung mit dem Durchmesser 4 mm gilt: $\sin(\alpha) = 1{,}22 \cdot \frac{600 \cdot 10^{-9}\ \text{m}}{4 \cdot 10^{-3}\ \text{m}} = 1{,}83 \cdot 10^{-4} \Rightarrow \alpha = 0{,}01°$ Da der Abstand der beiden Punktquellen viel kleiner als der Abstand der Punktquellen zur Öffnung ist, gilt die Näherung $\sin(\alpha) = \tan(\alpha)$. Daraus folgt: $a = \tan(0{,}01) \cdot 20\ \text{m} = 1{,}83 \cdot 10^{-4} \cdot 20\ \text{m} = 3{,}66\ \text{mm}$	5
	Summe	**50**

III Bewertung und Beurteilung

Die Bewertung und Beurteilung erfolgt unter Beachtung der nachfolgenden Vorgaben nach § 33 der Oberstufen- und Abiturverordnung (OAVO) in der jeweils geltenden Fassung. Bei der Bewertung und Beurteilung der sprachlichen Richtigkeit in der deutschen Sprache sind die Bestimmungen des § 9 Abs. 12 Satz 3 OAVO in Verbindung mit Anlage 9b anzuwenden.

Bei der Bewertung und Beurteilung der Übersetzungsleistung in den Fächern Latein und Altgriechisch sind die Bestimmungen des § 9 Abs. 14 OAVO in Verbindung mit Anlage 9c anzuwenden.

Der Fehlerindex ist nach Anlage 9b zu § 9 Abs. 12 OAVO zu berechnen. Für die Ermittlung der Punkte nach Anlage 9a zu § 9 Abs. 12 OAVO sowie Anlage 9c zu § 9 Abs. 14 OAVO wird jeweils der ganzzahlige nicht gerundete Prozentsatz bzw. Fehlerindex zugrunde gelegt.

Für die Bewertung in den modernen Fremdsprachen ist der „Erlass zur Bewertung und Beurteilung von schriftlichen Arbeiten in allen Grund- und Leistungskursen der neu beginnenden und fortgeführten modernen Fremdsprachen in der gymnasialen Oberstufe, dem beruflichen Gymnasium, dem Abendgymnasium und dem Hessenkolleg“ vom 7. August 2020 (ABl. S. 519) zugrunde zu legen. Demnach erfolgt die Bewertung und Beurteilung mit der Maßgabe, dass lediglich bei der Ermittlung des Prüfungsergebnisses (Note) aus Prüfungsteil 1 und 2 gerundet wird.

Darüber hinaus sind die Vorgaben der Erlasse „Hinweise zur Vorbereitung auf die schriftlichen Abiturprüfungen (Abiturerlass)“ und „Durchführungsbestimmungen zum Landesabitur“ in der für den Abiturjahrgang geltenden Fassung zu beachten.

Im Fach Physik besteht die Prüfungsleistung aus der Bearbeitung je eines Vorschlags aus den Aufgabengruppen A und B, wofür insgesamt maximal 100 BE vergeben werden können. Ein Prüfungsergebnis von **5 Punkten (ausreichend)** setzt voraus, dass mindestens 45% der zu vergebenden BE erreicht werden. Ein Prüfungsergebnis von **11 Punkten (gut)** setzt voraus, dass mindestens 75% der zu vergebenden BE erreicht werden.

Gewichtung der Aufgaben und Zuordnung der Bewertungseinheiten zu den Anforderungsbereichen

Aufgabe	**Bewertungseinheiten in den Anforderungsbereichen**			**Summe**
	AFB I	**AFB II**	**AFB III**	
1	12	15	6	**33**
2	3	10	4	**17**
Summe	**15**	**25**	**10**	**50**

Die auf die Anforderungsbereiche verteilten Bewertungseinheiten innerhalb der Aufgaben sind als Richtwerte zu verstehen.